

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 56-153207

(43)Date of publication of application : 27.11.1981

(51)Int.Cl.

G01B 11/06

(21)Application number : 55-056554

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 28.04.1980

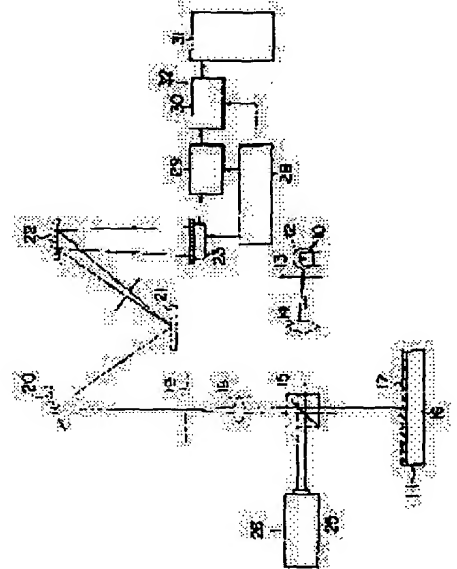
(72)Inventor : YOKOMORI KIYOSHI  
SUZUKI KOICHI

## (54) MEASURING DEVICE FOR FILM THICKNESS

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To realize a quick and high-precision measurement of a film thickness, by introducing the wavelength reference beam at the same time putting the separated beams into a solid state scanning element and then supplying the output of the scanning element to an arithmetic device in case when the film thickness is measured by means of the equally inclined angle interference.

**CONSTITUTION:** The white beams sent from the light source 12 are turned into parallel beams through the lens 14 and beam splitter 15 and then put into the surface of sample 11 covered with a thin film 17. The reflected light which caused an interference is separated via the concave reflector 20 and diffraction grating 21 and then condensed onto the solid state scanning element 23 through a concave reflector 22. On the other hand, the wavelength reference beam sent from the laser is put into the element 23 via a similar route as above. The output of element 23 that is driven by the driving circuit 28 is stored in the memory 30 via the A/D converter 29, and the film thickness is then calculated by the computer 30. In such way, a quick and high-precision measurement is possible for a film thickness.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56-153207

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 B 11/06

識別記号

庁内整理番号  
6360-2F

⑬ 公開 昭和56年(1981)11月27日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 膜厚測定装置

⑯ 特 願 昭55-56554

⑰ 出 願 昭55(1980)4月28日

⑱ 発 明 者 横森清  
東京都大田区中馬込1丁目3番  
6号株式会社リコー内

⑲ 発 明 者 鈴木宏一

東京都大田区中馬込1丁目3番  
6号株式会社リコー内

⑳ 出 願 人 株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番  
6号

㉑ 代 理 人 弁理士 猪股清 外3名

明 細 書

発明の名称 膜厚測定装置

特許請求の範囲

被測定試料の膜厚を等傾角干渉により測定する膜厚測定装置において、上記被測定試料の被測定面上に白色光を照射する照射光学系と、上記被測定試料からの反射光あるいは透過光を分光させる分光器と、この分光器に波長較正用単色光を案内させる較正用光学系と、分光された光を入射させる光イン走査型固体走査素子と、この固体走査素子からの信号を演算し、被測定試料の膜厚を算出する演算装置とを有することを特徴とする膜厚測定装置。

発明の詳細な説明

この発明は等傾角干渉を利用して被測定試料の膜厚を測定する膜厚測定装置に関する。

等傾角干渉を利用して被測定試料の膜厚を測定する膜厚測定装置として、分光光度計により被測

定試料の分光反射率あるいは分光透過率を記録し、記録されたデータから、等傾角干渉により生じた分光反射率あるいは分光透過率が極値をとる波長を読み取り、この読み取られた波長を算出して被測定試料の膜厚を測定するものがある。

しかしながら、この膜厚測定装置は分光光度計で分光反射率あるいは分光透過率を測定した後、測定データを読み取って膜厚を算出するため、被測定試料の膜厚決定までに時間がかかるのみならず、測定データを測定者の目視により読み取るため、個人差による読み取り誤差が生じ、被測定試料の膜厚を正確に測定することができなかった。特に、分光光度計により記録された測定データの波長精度は、分光光度計自体の標尺精度に依存しているため、測定精度には必然的に限界があった。

この発明は上述した点を考慮し、個人差による測定精度のばらつきを未然に防止して測定精度を向上させ、被測定試料の膜厚を短時間で正確に測定し得るようにした膜厚測定装置を提供することを目的とする。

以下、この発明に係る膜厚測定装置の実施例について添付図面を参照して説明する。

第1図はこの発明の膜厚測定装置の基本的構成であって、図中符号1は被測定試料11の被測定面に白色光を照射する照射光学系を示す。この照射光学系1は光源12を有し、この光源12からの白色光はスリット13を通過した後、コリメータレンズ14で平行光にされ、この平行光がビームスプリッタ15で反射され、その反射平行光が被測定試料11の被測定面上に照射される。被測定試料11はベース16の表面が薄い透明被膜17で被覆され、被膜構造に形成される。被測定試料11に照射された白色光は被膜17の表面、被膜17とベース16の界面でそれぞれ反射し、干渉を生ずる。干渉した反射光はビームスプリッタ15を透過する。透過した光は続いてレンズ18およびスリット19で絞られる。絞られた干渉光は反射ミラー20で反射され、分光器を構成する回折格子21で分光される。分光された光は反射ミラー22で反射され、ライン走査型固体走査素子23に案内される。

31で演算され、このコンピュータ31の演算により被測定試料11の膜厚が算出される。上記コンピュータ31およびA-D変換器32、メモリ30等から演算装置33が構成される。

ところで、前記レーザ25からのコヒーレントな特定波長のレーザ光は波長校正用の光として利用される。そして、レーザ25から発振されたレーザ光が固体走査素子23に入射されると、レーザ光により照射された固体走査素子23の所定のビットは飽和電荷量に達する。すなわち、固体走査素子23へのレーザ光の入射光量は照射されるビットの飽和電荷量に相当する光量を有する。したがって、特定波長のレーザ光が照射される固体走査素子23のビットは他の部分のビットに対して最大電荷量(最大値)をとることとなる。この最大電荷量に相当する値はメモリ30に記憶され、コンピュータ31で読み取られる。しかして、コンピュータ31によりメモリ30内に蓄積された各ビットごとの入射光量に対応した電圧値から最大値を求め、この最大値をとるビットに相当する波長をレーザ光の波

一方、レーザ25から発振されたレーザ光はビームスプリッタ15で反射され、続いて、被測定試料11からの干渉光と同じ光路を経て前記固体走査素子23に案内され、入力される。上記のレーザ25とレーザ光の光路とにより校正用光学系26が形成され、この校正用光学系26から波長校正用の特定波長のレーザ光が放射され、固体走査素子23に案内される。

前記固体走査素子23には多数のビット(図示せず)が整列配置されており、各ビットは入射光量に比例した電荷を発生させるようになっている。固体走査素子23は駆動回路28により駆動され、各ビットごとに電荷量に対応した電圧が取出され、A-D変換器32に入力される。このA-D変換器32は電圧信号の大きさに応じたデジタル量に変換し、このデジタル信号をメモリ30に送り、このメモリ30に記憶させている。したがって、メモリ30には固体走査素子23の各ビットの電荷量に対応した値が蓄積されることとなる。メモリ30に記憶された値はマイクロコンピュータ等のコンピュータ

長とし、他の各ビットがどの波長に対応するかをコンピュータ31により算定する。

そして、メモリ30に蓄積された各ビット毎の電圧値から、コンピュータ31によりいくつかの最大値をとるビットを選択し、そのビットに対応する波長により、簡単な演算をコンピュータ31で行ない、被測定試料11の被膜17の膜厚を算出する。

次に、被測定試料11の被膜17の膜厚測定原理について第2図を参照して説明する。

第2図に示すように、入射角 $\theta$ で光源12からの光が入射するものとし、被測定試料11は屈折率 $n$ 、厚さ $d$ の透明(半透明を含む)被膜17と屈折率 $n_0$ のベース16とから構成されているものとする。すると、光源12からの入射光は、点Aで一部が反射の法則により $R_1$ 方向に向かい、他の光は屈折角 $\phi$ で被膜17内に入り、被膜17とベース16の界面である点Bに到達する。点Bに到達した光は、点Aへの入射光 $\theta$ と同様、一部は反射して点A'に向い、残りは屈折して点T<sub>1</sub>に向かう光に分けられる。反射して点A'に向った反射光は点A'で、再び屈折し

て $\lambda_2$ に向かう光と反射して点B'に向かう光に分けられ、以下、このような現象を繰返す。この繰返し現象は等傾角干渉と一般的に呼ばれている。等傾角干渉による被測定試料11からの反射光 $R_1, R_2, \dots$ は互いに干渉し、ある特定波長で反射光 $R_1, R_2, \dots$ の強度は極値をとることになる。

反射光の強度が極大値をとる条件は一般に次式で表わされる。

$$2nd \cdot \cos \varphi = m \lambda \quad (\text{ただし、} n < n_0) \quad \dots\dots(1)$$

$$2nd \cdot \cos \varphi = (m + \frac{1}{2}) \lambda \quad (\text{ただし、} n > n_0) \quad \dots\dots(2)$$

ここにおいて、 $m$ は整数、 $\lambda$ は光の波長である。

今、第(1)式において、光の干渉の次数 $m_1, m_2$ の極大値が波長 $\lambda_1, \lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) であるとする、

$$2nd \cdot \cos \varphi = m_1 \lambda_1 \quad \dots\dots(3)$$

$$2nd \cdot \cos \varphi = m_2 \lambda_2 \quad \dots\dots(4)$$

で表わされる。なお被膜11は光の分散性が小さくほぼ一定であるか、分散性はないものと仮定する。

第(3)式および第(4)式より

$$d = (m_1 - m_2) / 2n \cdot \cos \varphi \left( \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) \quad \dots\dots(5)$$

そして、光路12から放射された光はコリメータレンズ14を通して平行光にされ、被測定試料11に入射する。入射光は被測定試料11内で等傾角干渉され、この干渉光がハーフミラー33で反射され、その反射光がレンズ18およびスリット19を通り、分光部に進まれる。

一方、レーザ25から発振されたレーザ光はハーフミラー33に案内されてこのハーフミラー33を通り、続いて、被測定試料11を透過した干渉光と同じ光路を進む。以後の光路および演算装置32は第1図に示したものと同様であるので、説明を省略する。しかし、演算装置32での被測定試料11の膜厚の算出は、前述した第(7)式の算出式に基づいて行なわれる。

なお、この発明の実施例の証明においては波長校正用の光としてレーザ光を用いた例について述べたけれども、特定波長の単色光であればレーザ光を用いる必要は必ずしもない。このために、輝線スペクトルを有する水銀灯もしくは単色光光源を用いてもよく、さらに、被測定試料の膜厚測定

となる。この第(5)式において、隣接した反射光強度の極大値は $m_1 - m_2 = 1$ であるから

$$d = \frac{1}{2n \cdot \cos \varphi \left( \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)} \quad \dots\dots(6)$$

となる。この屈折角 $\varphi$ を使用する代わりに、入射角 $\theta$ を使用すると第(6)式は

$$d = 1 / 2 \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta} \left( \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) \quad \dots\dots(7)$$

となり、この第(7)式より、隣接した極大値をとる波長、入射角および被膜の屈折率がわかれば被測定試料11の膜厚 $d$ は容易に求めることができる。

第3図はこの発明に係る膜厚測定装置の変形例を示すものである。

この変形例に示された膜厚測定装置は被測定試料11の透明薄膜の膜厚を透過光を利用して測定するものであり、この透過光を利用する点が一実施例に示された反射光を利用するものと基本的に相違し、それ以外の点は一実施例記載のものとはほぼ同様であるので同一部材には同一符号を付し、説明を省略する。

に先立って数種の干渉フィルタを光路に予め順次挿入し、特定波長校正用の各単色光を照射した際、各単色光と固体走査素子面の各ピットとの波長位置の対応関係を演算装置に記憶させた後、各干渉フィルタを取り除き、被測定試料の膜厚を測定するようにしてもよい。

以上に述べたようにこの発明に係る膜厚測定装置においては、被測定試料の膜厚を等傾角干渉を利用して測定する際、被測定試料からの反射光または透過光を分光させる分光器に、校正用光学系から特定波長の波長校正用単色光を案内し、分光器から分光された光を単色光で同時に波長校正するようにしたから、波長精度が高く、被測定試料の膜厚を正確かつ高精度に測定することができる。

この膜厚測定の際、分光器にて分光され、かつ同時に波長校正された光をライン走査型固体走査素子に入射させる一方、固体走査素子からの出力信号を演算装置で演算して被測定試料の膜厚を測定するようにしたから、膜厚測定を自動的に進めることができ、測定者の目視による測定誤差を確

実防止でき、膜厚測定を短時間で出来ない得る等の効果を奏する。

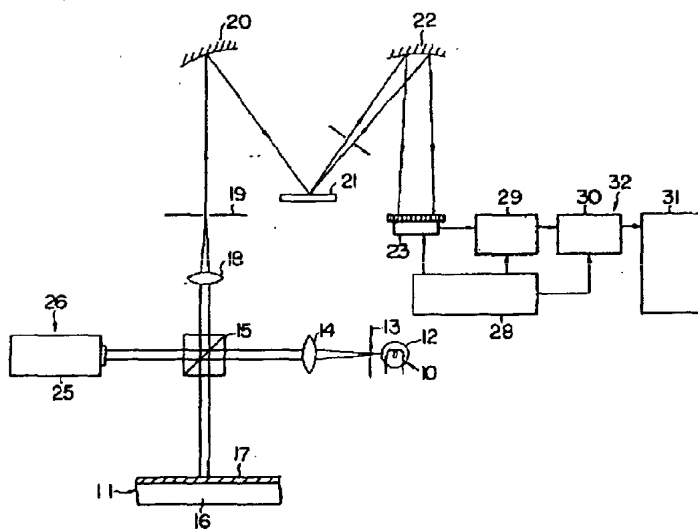
図面の簡単な説明

第1図はこの発明に係る膜厚測定装置の一実施例を示す系統図、第2図は上記膜厚測定装置による膜厚測定原理を示す図、第3図はこの発明の膜厚測定装置の变形例を示す図である。

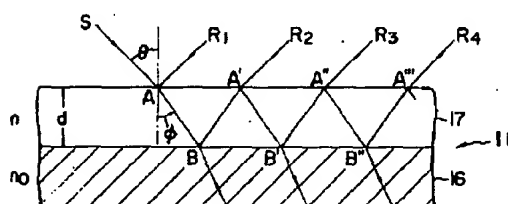
10…照射光学系、11…被測定試料、12…光源、14…コリメータレンズ、15…ビームスプリッタ、16…ベース、17…被膜、20, 22…反射ミラー、21…回折格子(分光器)、23…固体走査素子、25…レーザ、26…校正用光学系、28…A-D変換器、29…コンピュータ、32…演算装置、33…ハーフミラー。

出願人代理人 猪 股 清

第 1 図



第 2 図



第 3 図

